

УДК 549.657 + 548.6

НЕСКЕВАРАИТ-Fe, $\text{NaK}_3\text{Fe}(\text{Ti},\text{Nb})_4(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2(\text{O},\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – НОВЫЙ МИНЕРАЛ ГРУППЫ ЛАБУНЦОВИТА¹

Н.В. Чуканов

Институт Проблем химической физики РАН, Московская обл., г.Черноголовка, chukanov@iip.ac.ru

В.В. Субботин

Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты

И.В. Пеков

Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова, Москва, igorpekov@mtu-net.ru

А.Е. Задов

НПО «Регенератор», Москва

А.И. Цепин

Институт Геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН, Москва, vak@igem.ru

К.А.Розенберг

Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова, Москва

Р.К.Расцветаева

Институт Кристаллографии РАН, Москва

Дж. Феррарис

Туринский Университет, Турин, Италия

Новый минерал группы лабунцовита нескеварта-Fe найден в щелочно-ультраосновном массиве Вуориярви (Сев. Карелия) в гидротермально переработанном участке карбонатита, в виде плохо ограненных коричневатых полупрозрачных призматических кристаллов длиной до 6 мм в ассоциации с доломитом, кальцитом, флогопитом, фторапатитом, пиритом, пирротином, халькопиритом, серпентином и ненадкевичитом (голотип), и в калишпат-кальцитовой жиле на горе Кукисвумчорр (Хибинский массив, Кольский п-ов) в тесных срастаниях с лабунцовитом-Fe. Кристаллы нескеварта-Fe из Хибин (до 6 x 4 x 1 мм) почти непрозрачные, желто-коричневые, уплощенно-призматические, образованы гранями {201}, {100}, {-101}, {001}, {021}, {010}. Хрупкий, твердость по Моосу 5, спайность отсутствует. Микродвойникование по {001} и {-401} выявлено при изучении кристаллической структуры. $D_{\text{изм}} = 2.88(3)$, $D_{\text{выч}} = 2.90$ г/см³. Оптически двуосный, положительный, $n_p = 1.677(1)$, $n_m = 1.684(2)$, $n_g = 1.790(5)$, $2V = 25(10)^\circ$. Плеохроизм практически отсутствует. Оптическая ориентировка: $Y = b$. Структура изучена методом монокристалла, $R = 0.066$. Моноклинный, простр. гр. Ст. Параметры элементарной ячейки: $a = 14.450$ (6), $b = 13.910$ (6), $c = 7.836$ (4) Å, $b = 117.42$ (1)°, $V = 1398(2)$ Å³. Нескеварта-Fe является структурным аналогом гуткованита-Мn и алсахаровита-Zn, образуя с этими минералами подгруппу гуткованита в группе лабунцовита. Усредненный хим. состав (микрозонд, мас. %; содержание H_2O определено по термогравиметрическим данным в вакууме; 1-я цифра – Вуориярви (голотип), 2-я – Хибины): Na_2O 3.10, 3.45; K_2O 8.83, 9.11; CaO 0.00, 0.03; SrO 0.00, 0.07; BaO 3.37, 5.07; MgO 0.75, 0.05; MnO 0.50, 1.03; FeO 1.82, 1.98; ZnO 0.00, 0.11; SiO_2 39.29, 37.95; TiO_2 15.08, 14.80; ZrO_2 0.00, 0.08; Nb_2O_5 17.96, 18.21; H_2O 9.26, не опр.; сумма 99.97, 91.94. Эмпирическая формула голотипа из Вуориярви: $\text{Na}_{1.22}\text{K}_{2.29}\text{Ba}_{.26}(\text{Fe}_{.31}\text{Mg}_{.23}\text{Mn}_{.09})_{\Sigma 0.63}(\text{Ti}_{2.31}\text{Nb}_{1.65})_{\Sigma 3.96}(\text{Si}_{8.00}\text{O}_{24})[\text{O}_{2.78}(\text{OH})_{1.22}]_{\Sigma 4} \cdot 5.68\text{H}_2\text{O}$. Упрощённая формула ($Z=2$): $\text{NaK}_3\text{Fe}(\text{Ti},\text{Nb})_4(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2(\text{O},\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Главные линии рентгенограммы порошка [d , Å (I, %) (hkl)]: 6.93 (100) (020, 001); 4.93 (80) (021); 3.21 (100) (400, 42-1, 40-2); 3.11 (90) (041, 022); 2.62 (60) (15-1, 241, 24-2, 202); 2.49 (50) (44-1, 401, 40-3). Дан ИК-спектр. Минерал назван по месту первой находки на участке Нескевара в массиве Вуориярви и по преобладанию Fe в D-позиции структуры. Образец нескеварта-Fe хранится в Минералогическом музее им. А.Е.Ферсмана РАН в Москве.

В статье 3 таблицы, 3 рисунка и список литературы из 12 названий.

Среди всего многообразия водных щелочных титано- и ниобосиликатов («амфотеросиликатов») группа лабунцовита занимает особое место благодаря уникальному, свойственному только этим минералам структурному мотиву. В его основе лежит каркас, образованный цепочками М-октаэдров ($M = \text{Ti}, \text{Nb}$), «сшитых» кольцами Si_4O_{12} , а нередко также дополнительными D-октаэдрами ($D = \text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Zn}$) (Chukanov *et al.*, 1999, 2002).

Присутствие лабунцовитоподобных минералов – своеобразных «редкометальных цеолитов» – как бы оконтуривает границы специфических условий минералообразования: по-видимому, можно говорить о существовании лабунцовитовых парагенезисов, формирование которых в щелочных гидротермалах связано с одновременно высокими активностями воды, K и/или Na, Ti и/или Nb и Si при относительно низких температурах и давлениях.

¹Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 2 мая 2002 года

Таблица 1. Химический состав нескеварита-Fe (1,2) и срастающегося с ним лабунцовита-Fe (3)

Компонент	1	2	3
	мас. %		
Na ₂ O	3.10 (2.21 – 3.38)	3.45	5.09
K ₂ O	8.83 (8.18 – 9.37)	9.11	7.74
CaO	0.00	0.03	0.00
SrO	0.00	0.07	0.00
BaO	3.37 (2.05 – 4.69)	5.07	8.28
MgO	0.75 (0.57 – 1.06)	0.05	0.98
MnO	0.50 (0.38 – 0.59)	1.03	0.11
FeO	1.82 (1.62 – 2.14)	1.98	1.75
ZnO	0.00	0.11	0.11
SiO ₂	39.29 (38.25 – 40.12)	37.95	39.62
TiO ₂	15.08 (13.30 – 15.94)	14.80	25.13
ZrO ₂	0.00	0.08	0.08
Nb ₂ O ₅	17.96 (17.21 – 19.04)	18.21	2.09
H ₂ O	9.26	не опр.	не опр.
Сумма	99.97	91.94	90.98
Формульные коэффициенты, расчет на 8 атомов Si			
Na	1.22	1.41	1.99
K	2.29	2.45	1.99
Ca	–	0.01	–
Sr	–	0.01	–
Ba	0.26	0.42	0.66
Mg	0.23	0.02	0.29
Mn	0.09	0.18	0.02
Fe	0.31	0.35	0.30
Zn	–	0.02	–
Si	8	8	8
Ti	2.31	2.35	3.82
Zr	–	0.01	–
Nb	1.65	1.74	0.19

Примечание: 1 — Нескевара, Вуориярви (голотип: среднее по 7 анализам, в скобках даны пределы содержания);
2—3 — Кукисумчорр, Хибины (параллельный сросток нескеварита-Fe и лабунцовита-Fe)

Обладая однотипным структурным мотивом, минералы группы лабунцовита в то же время отличаются существенной вариативностью структурных типов и особенно химического состава, реагируя даже на незначительные изменения геохимической обстановки — как при кристаллизации из растворов, так и (в свете последних экспериментальных данных) в ходе последующих катионообменных процессов. Чрезвычайно широкие изоморфные замещения затрагивают не только позиции внекаркасных катионов (Na, K, Ca, Sr, Ba), что характерно и для обычных алюмосиликатных цеолитов, но и октаэдрические позиции разных типов в каркасе. Эти факторы определяют многообразие представителей данной группы, что не только важно с точки зрения реконструкции условий минералообразования, в том числе локальных, но и может представлять значительный практический интерес, учитывая наличие ионообменных свойств у лабунцовитоподобных минералов (Пеков и др., 2002а) и их синтетических аналогов (Dyer *et al.*, 1999).

Новый минерал группы лабунцовита, описываемый в настоящей работе, обнаружен в керне скважин в двух щелочных массивах — Вуориярви (Сев. Карелия) и Хибинском

(Кольский п-ов). Он получил название **нескеварит-Fe** по месту первой находки на участке Нескевара в массиве Вуориярви; суффикс-уточнитель -Fe указывает на преобладание железа в D-позиции структуры, в соответствии с принятой номенклатурой минералов группы лабунцовита (Chukanov *et al.*, 2002).

Массив Вуориярви является типичным представителем интрузий центрального типа, сложенных щелочно-ультраосновными породами и карбонатитами (Кухаренко и др., 1965). Члены группы лабунцовита здесь развиты достаточно широко: это вуориярвит-К (Субботин и др., 1998), ненадкевичит, лабунцовит-Mg, лабунцовит-Fe, коробицынит. Наиболее разнообразны они на участке Нескевара, в гидротермально измененных пирохлорсодержащих карбонатитах и фоскоритах. Все находки лабунцовитоподобных минералов сделаны в керне скважин на глубинах от 30 до 780 м от дневной поверхности и приурочены к карбонатитовым жилам протяженностью до 1 км и мощностью до 100 м, а в раздувах и более. Минералы групп пирохлора и цирконолита явились источником Nb и Ti для формирования лабунцовитоподобных фаз, которые наблюдаются только в зонах низкотемпературного гидротермального преобразования карбонатитов и фоскоритов. Гидротермально переработанные породы кавернозные, состоят из доломита (60–90%), кальцита, сидерита, магнезита, хлорита, серпентина, карбонат-фторапатита, содержат барит, сульфиды, карбонаты Ba, Sr и REE, нередко кварц и полевой шпат. Нескеварит-Fe здесь встречен в единственном (голотипном) образце керна в виде плохоограненных коричневатых полупрозрачных призматических кристаллов длиной до 6 мм в гидротермально переработанном участке карбонатита (гнездо размером 3 x 3 x 1 см). В ассоциации с новым минералом находятся доломит, кальцит, флогопит, фторапатит, пирит, пирротин, халькопирит, серпентин и ненадкевичит. Во вмещающем малоизмененном карбонатите, сложенном в основном кальцитом, флогопитом, пироксеном и пиритом, присутствуют реликты пирохлора.

В Хибинском массиве нескеварит-Fe найден также в одном образце керна разведочной скважины, пробуренной в подземной выработке на горизонте + 172 м Кировского рудника, эксплуатирующего месторождение апатита в южной части горы Кукисумчорр. Этот образец был предоставлен авторам для исследования изве-

стным коллекционером А.С.Подлесным. Здесь новый минерал приурочен к кавернозной жильной породе, сложенной среднезернистым агрегатом белого кальцита и желтоватого калиевого полевого шпата приблизительно в равных количествах. Нескеварант-Fe образует практически непрозрачные желто-коричневые уплощенно-призматические кристаллы длиной до 1.8 см при ширине до 4 мм и толщине до 1 мм, вросшие в кальцит или расположенные в полостях. Он находится в тесных срастаниях с лабунцовитом-Fe; наиболее поздними в этой ассоциации являются отдельные мелкие кристаллки доннейита-(Y) и покрывающие стенки полостей пленки буро-черного твердого битума.

Кристаллы хибинского нескеваранта-Fe обычно грубые, досковидные, вытянутые вдоль [010]. В полостях, однако, встречаются и хорошо оформленные кристаллы с четкими головками (рис. 1). Пояс призмы этих кристаллов (класс симметрии 2/m) образован комплексом покрытых продольной штриховкой граней пинакоидов {-201} (главная габитусная форма), {100}, {-101}, иногда {001}. Головки представлены гладкими гранями ромбической призмы {021} и узким поясом граней пинакоида {010}. Нередко попадаются параллельные, возможно, синтаксические сростки нескеваранта-Fe с лабунцовитом-Fe. Последний дает брусковидные великолепно оформленные прозрачные кристаллы (до 5 мм) с зеркальными гранями, имеющие яркую кроваво-красную окраску и резко контрастирующие по своему внешнему облику с мутными желто-коричневыми исщерхованными уплощенными кристаллами нескеваранта-Fe.

Черта нового минерала белая, блеск стеклянный. Спайность не наблюдается, излом неровный. Твердость по Моосу около 5, хрупкий. Плотность нескеваранта-Fe, измеренная методом уравновешивания зерна в тяжёлых жидкостях, составляет 2.88(3),

Таблица 2. Результаты расчета порошковой рентгенограммы нескеваранта-Fe из Вуорилярви

$I_{\text{изм}}$	$d_{\text{изм}}, \text{\AA}$	$I_{\text{выч}}$	$d_{\text{выч}}, \text{\AA}$	hkl
100	6.93	32	6.95	020
20	6.45	100	6.93	001
		28	6.39	200
		36	6.39	20-1
80	4.93	32	4.91	021
	3.52	3	3.60	40-1
10		3	3.48	040
10	3.42	7	3.40	221
		3	3.39	22-2
		17	3.20	400
100	3.21	64	3.20	42-1
		22	3.19	40-2
90	3.11	41	3.11	041
		51	3.10	022
		13	2.95	112
30	2.91	19	2.90	420
		14	2.90	42-2
		6	2.62	15-1
60	2.62	15	2.59	241
		10	2.59	24-2
		7	2.59	202
		11	2.50	44-1
50	2.49	10	2.50	401
		19	2.50	40-3
5	2.14	5	2.13	600
		6	2.13	60-3
5	2.03	5	2.03	441
		8	2.03	44-3
10	1.929	7	1.926	062
		2	1.925	043
		3	1.876	460
10	1.873	3	1.875	46-2
		2	1.872	42-4
10	1.801	10	1.800	80-2
30	1.730	10	1.738	080
		5	1.734	004
		13	1.697	44-4
40	1.687	2	1.690	82-1
		2	1.690	82-3
		3	1.685	081
20	1.558	3	1.557	820
		7	1.557	84-3
		2	1.526	48-2
10	1.522	2	1.524	423
		4	1.523	42-5
		5	1.426	481
40	1.422	6	1.426	48-3
		7	1.425	443
		4	1.297	4.10.-1
30	1.297	3	1.296	482
		3	1.294	404

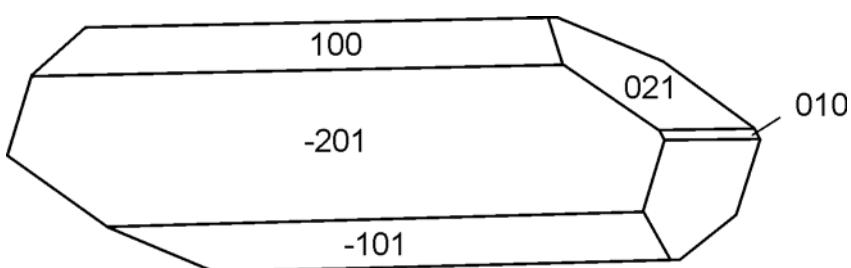


РИС. 1. Кристалл нескеваранта-Fe из Хибин

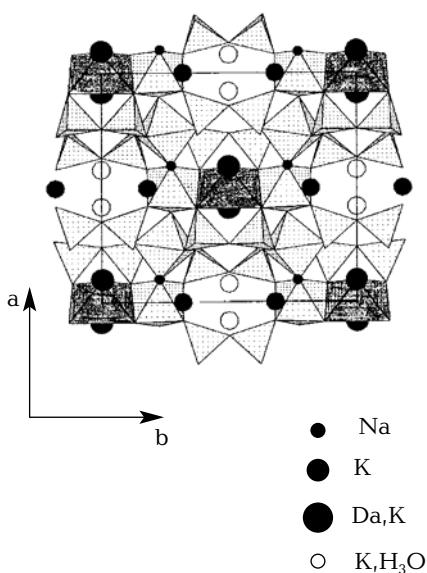


РИС. 2. Кристаллическая структура нескевараита-Fe; октаэдры Fe показаны тёмными, октаэдры (Ti,Nb) — светлыми

рентгеновская плотность — 2.90 г/см³. Оптически двусочный, положительный, $n_p = 1.677(1)$, $n_m = 1.684(2)$, $n_g = 1.790(5)$, $2V = 25(10)^\circ$. Плеохроизм практически отсутствует. Оптическая ориентировка: $Y=b$.

Катионный состав нового минерала (табл. 1) изучен методом локального рентгеноспектрального анализа. Содержание воды для образца из Вуориарви определено по потере массы при нагревании минерала в вакууме до 950°C со скоростью 40°C/мин. Расчёт анализа голотипного образца (ан. 1 в табл. 1) на $[Si_4O_{12}]_2(O,OH)_4$ приводит к следующей эмпирической формуле ($Z=2$): $Na_{1.22}K_{2.29}Ba_{26}(Fe_{31}Mg_{23}Mn_{0.09})_{\Sigma 63}(Ti_{2.31}Nb_{1.65})_{\Sigma 3.96}(Si_{8.00}O_{24})[O_{2.78}(OH)_{1.22}]_{\Sigma 4} \cdot 5.68H_2O$. Упрощённая формула нескевараита-Fe: $NaK_3Fe(Ti,Nb)_4(Si_4O_{12})_2(O,OH)_4 \cdot 6H_2O$.

Корректность определений химического состава, показателей преломления и плотности нескевараита-Fe подтверждается хорошей сходимостью по критерию Гладстона-Дейла (Mandarino, 1981): $1-K_p/K_c = 0.021$ для $D_{изм}$; $1-K_p/K_c = 0.028$ для $D_{выч}$.

Дебаеграмма нескевараита-Fe (камера РКГ-86, FeK-излучение) приведена в табл. 2. При выборе индексов hkl для рефлексов использованы данные по интенсивностям, полученные при структурном исследовании минерала.

Кристаллическая структура нескевараита-Fe изучена на монокристалле из Вуориарви при помощи четырёхкружного дифрактометра ENRAF NONIUS ($R_{анисо} = 0.066$)

с учётом микродвойникования по (001) и (-401): наблюдаемый удвоенный период ромбической псевдоячейки с указывает на двойникование по типу леммлейнита, и для перехода от экспериментальной к истинной моноклинной ячейке была использована матрица: $[1\ 0\ 0\ / 0\ 1\ 0\ / 0\ 0\ 0.5] + [1\ 0\ 0\ / 0\ 1\ 0\ / -0.5\ 0\ -0.5]$. Уточненные массовые коэффициенты компонент двойника составляют 0.53 и 0.47. Нескевараит-Fe моноклинный, пространственная группа *Ст*. Параметры элементарной ячейки: $a = 14.450 (6)$, $b = 13.910 (6)$, $c = 7.836 (4)$ Å, $\beta = 117.42 (1)^\circ$, $V = 1398(2)$ Å³. В основе структуры этого минерала, как и других моноклинных членов группы лабунцовита, лежат волнообразно изогнутые це-

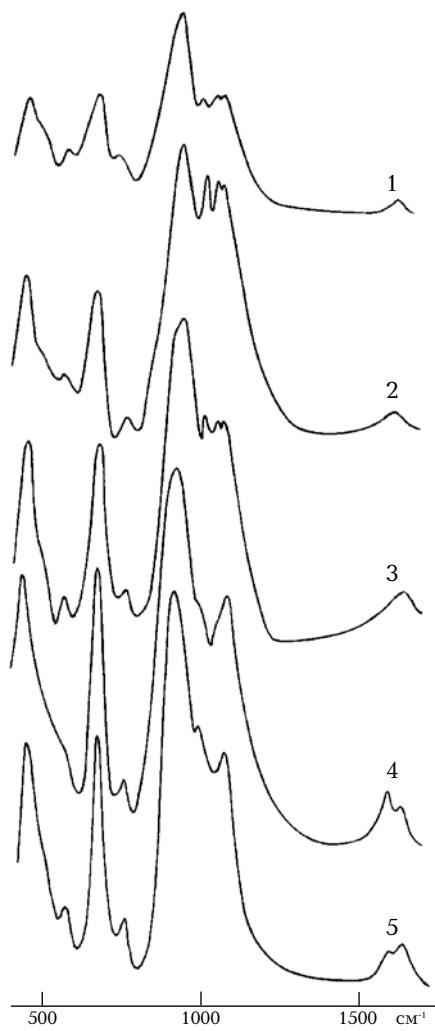


РИС. 3. ИК-спектры минералов подгрупп гутковоцита и кузьменкоита: 1 — гутковоцит-Mn, 2 — алсахаровит-Zn, 3 — нескевараит-Fe, 4 — кузьменкоит-Mn, 5 — кузьменкоит-Zn

Таблица 3. Сравнительные кристаллохимические характеристики минералов подгруппы гуткованита

Минерал	Гуткованит-Mn	Нескеварант-Fe	Алсахаровит-Zn
Упрощённая формула	$\text{CaK}_2\text{Mn}(\text{Ti},\text{Nb})_4(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2(\text{O},\text{OH})_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	$\text{NaK}_3\text{Fe}(\text{Ti},\text{Nb})_4(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2(\text{O},\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{NaSrKZn}(\text{Ti},\text{Nb})_4(\text{Si}_4\text{O}_{12})_2(\text{O},\text{OH})_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Пространственная группа	<i>Cm</i>	<i>Cm</i>	<i>Cm</i>
<i>a</i> , Å	14.365	14.45	14.49
<i>b</i> , Å	13.89	13.91	13.91
<i>c</i> , Å	7.81	7.84	7.82
β , °	117.4	117.4	117.6
Преобладающие катионы:			
A(1)	Ca	Na	Na
A(2)	/	K	Sr
B	K	K	K
D	Mn	Fe	Zn
M	Ti	Ti	Ti

почки $\text{Ti}(\text{Nb})$ -октаэдров, соединённые четверьми кремнекислородными кольцами и октаэдрами D , заполненными главным образом атомами железа (рис. 2). По симметрии и расположению внекаркасных катионов нескеварант-Fe относится к структурному типу гуткованита. В новом минерале, как и в гуткованите-Mn (Расцветаева и др., 2001; Пеков и др., 2002b) и алсахаровите-Zn (Розенберг и др., 2002a; Пеков и др., в печати), позиция A распадается на две – A(1) и A(2) – находящиеся на расстоянии 1.73 Å друг от друга и заполненные статистически атомами Na и K соответственно. Атомы K занимают позицию, в которой в собственно лабунцовите находятся молекулы воды $\text{H}_2\text{O}(1)$; при этом данная позиция (как и позиция Sr в алсахаровите-Zn) смещена в сторону Na. Несколько укороченное расстояние Na- $\text{H}_2\text{O}(2) = 1.97$ Å объясняется неполной заселенностью обеих позиций – как катионами, так и молекулами воды.

Расщеплённая позиция B занята ионами K^+ с небольшим количеством H_3O^+ , которые распределены по двум подпозициям (подобное заполнение B-позиции наблюдается и в алсахаровите-Zn). Вхождение в структуру минерала ионов оксония подтверждается присутствием в ИК-спектре слабой полосы при 1715 cm^{-1} .

Кристаллохимическая формула нескеваранита-Fe (из структурных данных, $Z=1$): $[\text{Na}_{2.0}(\text{K}_{1.6}\text{Na}_{0.4})][\text{K}_{2.2\ 1.0}(\text{H}_3\text{O})_{0.8}][\text{K}_{0.7}\text{Ba}_{0.5}(\text{H}_2\text{O})_{2.2\ 0.6}][\text{Fe}_{0.7}\text{Mg}_{0.4}][\text{Ti}_{4.8}\text{Nb}_{3.2}(\text{OH}_{5.27}\text{O}_{2.73})][\text{Si}_4\text{O}_{12}]_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где первыми четырьмя квадратными скобками выделены составы ключевых групп позиций A, B, C и D соответственно.

Одной из особенностей нескеваранита-Fe является частично упорядоченное распределение атомов Ti и Nb по разным

октаэдрическим позициям: в одной преобладает Ti, в другой содержатся равные количества Ti и Nb.

Примечательно, что роль воды в минералах подгруппы гуткованита несколько иная, чем в других минералах группы лабунцовита. Так, в собственно лабунцовите существуют две независимые позиции молекул воды, одна из которых, $\text{H}_2\text{O}(1)$, связана с катионными позициями A и B, в то время как $\text{H}_2\text{O}(2)$ координирует только позицию A. При этом обе позиции молекул воды могут смещаться в сторону позиции A, которая чаще всего занята Na. В структуре цепинита-Na обе позиции воды смещены и заняты оксонием (как и сама позиция A). В кузьменкоитах $\text{H}_2\text{O}(1)$ сохраняется, а $\text{H}_2\text{O}(2)$ замещается оксонием. В гуткованитоподобных структурах, наоборот, позиция $\text{H}_2\text{O}(2)$ сохраняется, а позиция $\text{H}_2\text{O}(1)$ смещена и может заселяться катионами (например, Sr).

Кроме того, в структурах гуткованита и его аналогов наблюдается избирательное вхождение атомов Ba только в одну из позиций в вершинах D-октаэдра, занятых преимущественно молекулами H_2O (4), что является одной из причин понижения симметрии.

Более детально кристаллическая структура нескеваранита-Fe описана в отдельном сообщении (Розенберг и др., 2002b). Сравнительные характеристики минералов подгруппы гуткованита даны в табл. 3.

Волновые числа полос в ИК-спектре (cm^{-1} ; sh – плечо, s – сильная полоса): 3530, 3340, 1653, 1083 s, 1059 s, 1025 s, 951 s, 930 sh, 770, 686 s, 584, 530 sh, 458. По ИК-спектрам минералы подгруппы гуткованита отличаются от других представителей группы лабунцовита, в том числе от наиболее близких к ним членов подгруппы кузьменкоита (рис. 3).

В заключение еще раз подчеркнем серьезные различия между минералами подгрупп гутковита и собственно лабунцовита. Уже сам факт нахождения в Хибинах тесных срастаний, включая параллельные, близко-одновременно кристаллизовавшихся нескеваранита-Fe и лабунцовита-Fe – минералов, содержащих в качестве видеообразующих одни и те же компоненты, но различающихся структурными типами, ярко иллюстрирует индивидуальность каждого из этих двух видов. Еще более наглядно эту индивидуальность демонстрируют резко различный внешний облик минералов в таких сростках и существенные различия по соотношениям примесных компонентов в химическом составе минералов. Нескеваранит-Fe относительно лабунцовита-Fe обеднен барием и магнием, но обогащен марганцем и особенно резко – ниобием (ан. 2 и 3 в табл. 1). Учитывая, что высокониобиевые разновидности членов подгруппы собственно лабунцовита до сих пор неизвестны, несмотря на обширную статистику анализов, а для представителей других подгрупп, включая подгруппу гутковита (Пеков и др., в печати), обогащенные ниобием фазы типичны, можно предположить, что именно этот элемент стабилизирует структуру нескеваранита-Fe.

Эталонный образец нового минерала передан в Минералогический музей им. А.Е.Ферсмана РАН в Москве (рег. № 2814/1).

Авторы благодарят А.С.Подлесного за предоставленный для исследования материал из Хибин. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 01-05-64739) и гранта ведущей научной школы № 00-15-98-497.

Список литературы

- Кухаренко А.А., Орлова М.П., Булах А.Г., Багасаров Э.А., Римская-Корсакова О.М., Нефедов Е.И., Ильинский Г.А., Сергеев А.С., Абакумова Н.Б. Каледонский комплекс ультраосновных, щелочных пород и карбонатитов Кольского полуострова и Северной Карелии. М., 1965. 772 с.
 Пеков И.В., Турчкова А.Г., Кононкова Н.Н., Чуканов Н.В. Изучение катионообменных свойств минералов группы лабунцовита. I. Эксперименты в водных растворах при

- нормальных условиях. Тез. докл. //Матер. Всероссийского семинара «Щелочногой магматизм Земли». М., 2002а. С. 76.
 Пеков И.В., Чуканов Н.В., Расцветаева Р.К., Задов А.Е., Кононкова Н.Н. Гутковит – $Mn, CaK_2Mn(Ti, Nb)_4(Si_4O_{12})_2(O, OH)_4 \cdot 5H_2O$, новый минерал группы лабунцовита из Хибинского массива, Кольский полуостров //ЗВМО. Ч. 131. 2002б. № 2. С. 51 – 57.
 Пеков И.В., Чуканов Н.В., Задов А.Е., Розенберг К.А., Расцветаева Р.К. Алсахаровит- $ZnNaSrKZn(Ti, Nb)_4[Si_4O_{12}]_2(O, OH)_4 \cdot 6H_2O$ – новый минерал группы лабунцовита из Ловозерского массива, Кольский полуостров //ЗВМО (в печати).
 Расцветаева Р.К., Пеков И.В., Некрасов Ю.В. Кристаллическая структура и микродвойникование высококальциевого аналога лабунцовита // Кристаллография. Т. 46. 2001. № 3. С. 415 – 417.
 Розенберг К.А., Расцветаева Р.К., Пеков И.В., Чуканов Н.В. Кристаллическая структура и микродвойникование нового высококинкнового представителя группы лабунцовита //ДАН. Т. 383. 2002а. № 5 (в печати).
 Розенберг К.А., Расцветаева Р.К., Чуканов Н.В., Субботин В.В. Кристаллическая структура нецентросимметричного высокониобиевого аналога лабунцовита-Fe // Кристаллография. Т. 47. 2002б. № 3 (в печати).
 Субботин В.В., Волошин А.В., Пахомовский Я.А., Бахчисарайцев А.Ю., Пущаровский Д.Ю., Расцветаева Р.К., Надежина Т.Н. Вуориярвит(K, Na) $_2(Nb, Ti)_2Si_4O_{12}(O, OH)_2 \cdot 4H_2O$ – новый минерал из карбонатитов массива Вуориярви (Кольский полуостров) //ДАН. Т. 358. 1998. № 4. С. 517 – 519.
 Chukanov N.V., Pekov I.V., Rastsvetaeva R.K., Nekrasov A.N. Labuntsovite: solid solutions and features of the crystal structure //Can. Miner. Vol. 37. 1999. P. 901 – 910.
 Chukanov N.V., Pekov I.V., Khotyakov A.P. Recommended nomenclature for labuntsovite-group minerals //Eur. J. Miner. Vol. 14. 2002. P. 165 – 173.
 Dyer A., Pillinger M., Newton J.A., Harjula R.O., Moller J.T., Tusa E.H., Suheel A., Webb M. Mineral ion exchangers for removal of radionuclides from liquids and wastewaters. Patent WO 9958243 (GB). 13.05.1999.
 Mandarino J. A. The Gladstone-Dale relationship: Part IV. The compatibility concept and its application //Can. Miner. 1981. Vol. 19. P. 441 – 450.